

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59-226317

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和59年(1984)12月19日

G 02 B 27/00

6952-2H

発明の教 1

審査請求 未請求

(全 7 頁)

## ⑮ 照明装置

川崎市高津区千年926顕光寮

⑯ 特 願 昭58-100689

⑰ 出 願 人 日本光学工業株式会社

⑱ 出 願 昭58(1983)6月6日

東京都下代田区丸の内3丁目2

⑲ 発 明 者 渋谷真人

番8号

⑳ 代 理 人 弁理士 渡辺隆男

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

照明装置

## 2. 特許請求の範囲

1 コヒーレント光源と、該コヒーレント光源から供給されるコヒーレント光束を走査する手段と、該走査手段により走査される光束から空間的に異なる位置に複数の光源像を形成し得る光源像形成手段とを有し、該走査手段と該光源像形成手段とにより実質的に拡大されたインコヒーレント光源を形成することを特徴とする照明装置。

2 特許請求の範囲第1項記載の照明装置において、前記光源像形成手段はフライアイレンズであることを特徴とする照明装置。

3 特許請求の範囲第1項記載の照明装置において、前記光源像形成手段は内面反射可能な側面を有する柱状部材であることを特徴とする照明装置。

## 3. 発明の詳細な説明

本発明は、レーザー光のようなコヒーレント光により所望のコヒーレンシの照明を行ない得る照明装置に関する。

結像光学系においては、必要な結像力を得るため照明のコヒーレンシを適当な値にすることが必要であり、このために、適(対物)レンズのN.A.に対する照明系のN.A.の比を制御することが知られている。レーザー光のようなコヒーレントな光源を照明光源とする場合には、光源をスポットに集光し、それを結像光学系の臨位角で適当な大きさに走査することによって、必要とするコヒーレンシを得ることができる。しかし、走査する面積が大きければ、走査するための光学系が大きくなり、また走査に要する時間が長くなるという欠点がある。

本発明の目的は、コヒーレント光からインコヒーレント照明を提供するための装置であって、コヒーレント光を走査するための光学系が小型で走査に要する時間が短く、高速走査が可能をインコヒーレント照明装置を提供することにある。

本発明はレーザー光のようなコヒーレント光の光源と、この光源からの光束を走査する手段と、走査される光束から空間的に異なる位置に複数の光源像を形成し得る光源像形成手段とを有し、走査手段と光源像形成手段とにより、実質的に拡大されたインコヒーレント光源を形成するものである。

以下、実施例に基づいて本発明を詳述する。

本発明による第1実施例は、第1図に示すごとく光源像形成手段として、いわゆるフライアイレンズを用い、レタクル上のパターンをウェハ上に投影する投影型露光装置に本発明を応用したものである。レーザー光源(1)から供給されるコヒーレント光は走査光学装置(2)によりスポットに集光されるとともに、走査面(3)上で2次元的に走査される。走査面(3)上に焦点を有するコリメーターレンズ(4)により、走査面(3)からの光束は平行光束に変換されてフライアイレンズ(5)に入射する。フライアイレンズ(5)は第2図の平面図に示すごとく、四角柱が多数集合されており、各四角柱の両端面は

間ではフライアイレンズの射出面に形成される複数のコヒーレント光源が形成されているが、実際にはフライアイレンズ等の光学系に収差が存在するため、次の瞬間にはそれらの相対位相差がかわり変化する。実質的には複数のコヒーレント光源は互いにインコヒーレントなものとみなすことができ問題はない。

そして、コンデンサーレンズ(6)によって被照明物体としてのレタクル(8)を照明し、拡大された光源面の像を投影対物レンズ(7)の端面(7a)上に形成することにより、いわゆるケラー照明が達成される。この時、レタクル(8)上のパターンが投影対物レンズ(7)によってウェハ(W)上に投影される。また、フライアイレンズ(5)の射出面(5b)の近傍に開口絞り(8)が設けられており、この絞り径を要することにより照明系のN.A.すなわち、投影対物レンズの端面(7a)上での光源像の大きさを定え、任意の値の照明を行なうことができる。

走査光学装置(2)の具体的な構成の例を第3図の斜視図に示す。レーザー光源(1)からの光束はビーム

特開昭59-226317(2)

それぞれ半球面に形成されており、正レンズの作用を有している。入射面(5a)側の凸面の焦点距離は、この四角柱の長さ、すなわちフライアイレンズの厚さにほぼ等しいため、フライアイレンズに入射する平行光束は各四角柱レンズ要素によって射出面(5b)側の各凸面の近傍に集光されスポット像が形成される。従って、走査光学装置(2)によって走査面(3)上でスポット光を走査するとフライアイレンズ(5)の射出面(5b)上では、フライアイレンズを構成する四角柱レンズ要素の許に等しいスポット像がそれぞれ走査される。すなわち、例えば第1図Aの走査面(3)の斜視図に示すとき軌跡でスポット光が走査されると、第1図Bのフライアイレンズ射出面(5b)の斜視図に示すごとく、各四角柱レンズ要素の射出面において、走査面(3)上の軌跡と相似形状の軌跡で全てのスポット像が走査され、フライアイレンズ(5)の射出面(5b)全体で多数のスポット像が同時に走査される。この結果、フライアイレンズの射出面(5b)に拡大された大きなインコヒーレント光源面が形成される。この瞬

にエキスパンダー(21)により光束径を拡大され、Y軸方向に回転軸を有する第1回転ミラー(22)に入射し、ここでの反射後アフォーカルレンズ系(23)を通過して、X軸方向に回転軸を有する第2回転ミラー(24)に入射する。第2回転ミラー(24)で反射された光束は集光レンズ(25)を通過して、走査面(3)上に集光される。ここで第1及び第2回転ミラーがそれぞれ回転することにより、走査面(3)上を例えば、第1図Aに示したような軌跡でスポット光が走査する。第1及び第2回転ミラー(22, 24)はそれぞれ多面体鏡として構成することもでき、第1、第2回転ミラーの間に設けられるアフォーカルレンズに関して、両ミラーが共役位置に構成されることも有効であり、二次元走査のための構成は図示したものに限られるものではない。

走査面(3)上でスポット光が走査される領域は、上記の例のようにX、Y各方向での独立走査によるため、一般には矩形にならざるを得ず、光軸に関して回転対称な光学系においては、照明効率を低下せざるを得ないところであるが、本実施例で

特開2005-226317(3)

はフライアイレンズ(5)が多数のレンズ要素の束として形成されるため、ほぼ円形に近い面光源を形成することができ、効率的な照明が可能である。フライアイレンズ(5)は上記のごとき四角柱のレンズ要素の組合せからなる場合のみならず、六角柱や八角柱のレンズ要素で形成することも可能である。また、例えば第4図Aの断面図に示すごとく前述した柱状レンズ要素の代りに2つのレンチキュラーレンズ(5a', 5b')によりフライアイレンズを形成することも可能である。この場合、各レンチキュラーレンズの間隔dが入射光側のレンチキュラーレンズ(5a')の焦点距離にはほぼ等しいことが望ましく、射出光側のレンチキュラーレンズ(5b')上に実質的に拡大されたインコヒーレント光源面が形成される。この時射出光側のレンチキュラーレンズ(5b')はフィールドレンズとしての機能を有しており、照明効率を高める役割を果たすか、必ずしも必要なものではない。そして、これらレンチキュラーレンズ(5a', 5b')は第4図Bの平面図に示すごとくほぼ円に近い形

状を有することが望ましく、透明なプラスチック等により容易に製造され得るものである。

尚、第1図には本発明の作用を説明し易くするために、フライアイレンズ(5)を特に大きく示しており、相対的に被照明物体としてのレタクル10が小さく示されているが、フライアイレンズ(5)の大きさは面光源として必要を大きさに応じて任意に決定されるものであり、フライアイレンズを構成する各レンズ要素の大きさとそれらの数も必要に応じて任意に決定されることがけいいうまでもない。また、コリメータレンズ(4)はフライアイレンズ(5)に入射する光束を平行光束にするためのものであるが、走査光学装置(2)から供給される光束の開口径N.A.が小さい場合には省略することも可能である。

第5図に示した本発明による第2実施例は、光源像形成手段として透明物質で形成される柱状部材を用いた物体面(10)をインコヒーレントに照明するものである。レーザー光源(1)からのコヒーレント光は走査光学装置(2)により所定の光束径に拡

大されてX-Z平面内で所定の角度範囲にわたって二次元的に走査され、第6図の斜視図に示したごとき四角柱部材(9)の入射面(9a)より四角柱部材(9)内に入射する。四角柱部材(9)の各側面には内面反射するよう反射膜が形成されており、入射する光束は走査角度θに応じて四角柱部材(9)の側面の内面で反射されて射出面(9b)より射出する。第5図は光軸方向に軸をとった場合のX-Z平面内での走査光束の様子を示す光路図である。第5図に示したごとき走査光学装置(2)により平行光束が四角柱部材(9)の入射面(9a)の中央A<sub>0</sub>点を回転中心として回転し、X-Z平面内で光軸となす角θが+θ<sub>1</sub>〜0〜-θ<sub>1</sub>の範囲で連続的に変化する。

平行光束の傾角θがいま時計方向に0〜θ<sub>1</sub>まで変化する場合を説明すれば、0〜θ<sub>1</sub>までは平行光束は側面で反射されることなく直接射出面(9b)に達するが、θ<sub>1</sub>〜0の時には第5図中下方の側面で内面反射されて射出面(9b)に達するためこの範囲では、光束があたかも下方側面に関してA<sub>0</sub>点と対称なA<sub>1</sub>点を中心として供給されるように射出

面(9b)に達する。そしてさらに大きな角度のθ<sub>1</sub>〜θ<sub>2</sub>の時には、下方側面で反射された後、上方側面でも反射されるため、光束はあたかも上方側面に関してA<sub>0</sub>点と対称なA<sub>2</sub>点を中心として供給されるように射出面に達する。他方、平行光束の傾角θが反時計方向に0〜θ<sub>1</sub>まで変化する場合には、0〜-θ<sub>1</sub>では光束は直接射出面(9b)に達し、-θ<sub>1</sub>〜0の範囲では光束はあたかも上方側面に関してA<sub>0</sub>点と対称なA<sub>1</sub>'点より供給されのごとくして射出面(9b)に達し、-θ<sub>1</sub>〜-θ<sub>2</sub>の範囲では光束はあたかも下方側面に関してA<sub>0</sub>'点と対称なA<sub>2</sub>'点より供給されるように射出面(9b)に達する。従って、第5図に示したX-Z平面図で四角柱部材(9)に入射する光束の角度が0→+θ<sub>1</sub>→0→-θ<sub>1</sub>→0と1周期変化するすると、射出面(9b)には、あたかも順次、A<sub>0</sub>、A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>1</sub>'、A<sub>0</sub>'、A<sub>2</sub>'、A<sub>1</sub>、A<sub>0</sub>の各点から順次光束が供給されることとなり、四角柱部材(9)の側面での内面反射により実質的には極めて大きな光源より光束が供給される状態となる。この状態は第5図に示したX-Z平面と直交するY-Z平面内で

## 特開昭59-226317(4)

も同時に形成されるため、四角柱部材(9)の射出面(9b)近傍の物体面(10)は四角柱部材(9a)の入射面(9a)を含むX-Y平面上の極めて大きな領域から照明されることがとなり、実質的なインコヒーレント照明がなされる。このようにインコヒーレント照明において、物体面(10)へ至る照明光の開口数N.A.は光源光束の最大傾斜角によって決定される。

尚、上記実施例において、実質的に拡大されたインコヒーレント光源面の位置が、四角柱部材の入射面(9a)に合致しているが、これは定置される光束の回転中心Aが四角柱部材の入射面(9a)上に位置するからであり、上記の配置に限られるものではない。また、X-Z平面内とY-Z平面内とで各光束の回転中心の位置が一致する必要がないことはいうまでもない。また四角柱部材の光軸方向の長さが長いほど、内面反射の回数が多くなり、それだけ光源の実質的供給源の数が増し、より均一で面光源に近い光源を形成し得るが、反射率や透過率の低下が避けられないため適当な長

さに決定することが望ましい。

第7図は第2実施例に用いられる定置光学装置の例を示す概略斜視図である。この装置は基本的には第3図に示した装置の例と同一であるが、集光レンズ(25)の代りにいわゆるアプラー型のアフォーカルレンズ系(26)が用いられている点のみが異なり、同一の横断を果す部材には同一の番号を付した。ここで、アフォーカルレンズ系(26)に入射する光束は、集光されることなく射出し、第1及び第2回転ミラー(22, 24)の回転に応じて所定の角度範囲で定置される。

第8図は第6図に示したインコヒーレント照明系を投影光学装置に應用した第3実施例の光学系配置図である。この例では定置光学装置(20')により定置される平行光束の回転中心A'点が、四角柱部材(9)の入射面(9a)から離れた位置にあり、A'点を含むX-Y平面上に実質的に拡大されたインコヒーレント光源が形成される。そして、四角柱部材の射出面(9b)の近傍に配置される被照明物体としてのレタクル(4)がインコヒーレント照明され、

投影対物レンズ(7')によりレタクル(4)上のパターンがウェハ(W)上に投影される。レタクル(4)を照明する実質的な光源面がA'点にあるため、投影対物レンズ(7')はその入射端がこのA'点の近傍に形成されるものであることが望ましい。また、四角柱部材(9)とレタクル(4)との間にコンデンサレンズを挿入する場合には、このコンデンサレンズに関して、投影対物レンズ(7')の入射端とA'点とが共役になるよう構成することが望ましい。

尚、上記各実施例では四角柱部材により実質的な拡大されたインコヒーレント光源を形成したが、柱状部材であれば四角柱に限られるものではない。また、定置光学装置においてレーザー光源からの光束径をビームエキスパンダーによって拡大することは必ずしも必要ではなく、レーザー光源からの光束を角度定置するだけで直ちに柱状部材へ入射させることによって十分にインコヒーレント照明を行なうことができる。フライアイレンズを用いる場合にもビームエキスパンダーは必ずしも必要ではない。

以上のごとく、不図明ければ、コヒーレント光を小さな領域で定置するだけで、フライアイレンズや柱状部材の光源像形成手段により、拡大された大きなインコヒーレント光源が形成されるため、定置装置が小型になり、しかも高速度での定置が可能なインコヒーレント照明装置が達成される。

## 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明による第1実施例の光学構成図、第1図A及び第1図Bはスポット光の定置の様子を示す斜視図、第3図はフライアイレンズの平面図、第3図は第1実施例に用いられる定置光学装置の斜視図、第4図Aはフライアイレンズの他の例を示す断面図、第4図Bはその平面図、第5図は本発明による第2実施例の構成を示す光路図、第6図は柱状部材の斜視図、第7図は第2実施例に用いられる定置光学装置の斜視図、第8図は本発明による第3実施例の光学構成図である。

## 〔主要部分の符号の説明〕

- 1・・・コヒーレント光源
- 2, 20, 20'・・・定置光学装置

特開2005-226317 (5)

5 フライアイレンズ } 光源像形成手段  
9 柱状部材

出版人 日本光学工業株式会社

代理人 渡辺 隆 男

図1A

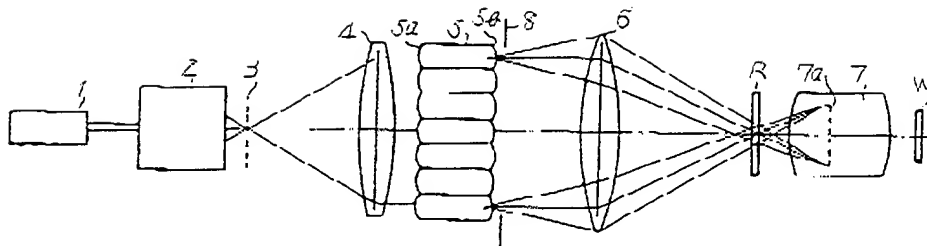


図1B



図1C

